

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-163063

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)7月6日

F 16 H 37/02
B 25 J 9/06Z-7617-3J
7502-3F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 直進運動と回転運動とを行う2自由度駆動機構

⑮ 特 願 昭61-308521

⑯ 出 願 昭61(1986)12月26日

⑰ 発 明 者 広 瀬 茂 男 東京都目黒区大岡山2-10-35

⑱ 出 願 人 新技術開発事業団 東京都千代田区永田町2丁目5番2号

⑲ 代 理 人 弁理士 森下 靖 佑

明 細 書

1. 発明の名称

直進運動と回転運動とを行う2自由度駆動機構

2. 特許請求の範囲

外周面にボールねじとボールスプラインとが直列状に形成された作動軸と、

前記ボールねじに螺合された第1ナットと、

前記ボールスプラインに嵌合された第2ナットと、

これら第1及び第2ナットを回転自在に、かつ軸方向には移動不能に支持するフレームと、

このフレームにそれぞれ支持された直進用モータ及び旋回用モータと、

これら直進用モータ及び旋回用モータの回転駆動力を前記第1及び第2ナットにそれぞれ伝達する第1伝動機構及び第2伝動機構と、

を備えてなる、直進運動と回転運動とを行う2自由度駆動機構。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、2種類の運動を行わせることのできる2自由度駆動機構に関するもので、特に、産業用ロボット等に求められる直進運動と回転運動とを行わせることのできる2自由度駆動機構に関するものである。

(従来技術)

一般に、工作機械等の機械装置においては、送りと回転との2種類の運動が求められることが多い。例えば水平多関節ロボットの場合には、その先端の手首機構に、Z軸方向の直進運動とZ軸まわりの回転運動とを行わせることが必要となっている。

第2図は、このような直進運動と回転運動とを行わせることのできる2自由度駆動機構として、従来一般に多用されている典型的な例を示すものである。

この2自由度駆動機構は、固定フレーム31と、その固定フレーム31にスプライン32を

介して嵌合された可動フレーム33とを備えている。固定フレーム31には直進用モータ34が取り付けられており、その直進用モータ34の出力軸に直結されたボールねじ35を回転駆動することによって、可動フレーム33が直進運動を行うようになっている。また、可動フレーム33内には旋回用モータ36が取り付けられており、その旋回用モータ36を作動させることによって、その出力軸に直結された作動軸37が回転運動を行うようになっている。

したがって、直進用モータ34及び旋回用モータ36を適宜作動させることによって、作動軸37に直進運動と回転運動とを行わせることができる。

また、このような2自由度駆動機構の変形例として、固定フレームに可動フレームを回転自在に支持し、その固定フレームに取り付けられた旋回用モータによって可動フレームを回転させるとともに、可動フレームに取り付けられた直進用モータによって作動軸を直進させるよう

いる。このボールねじ44は、直進用モータ41によりタイミングベルト47を介して回転駆動されるようになっている。また、作動軸46は、ボールスプライン45に嵌合されているナット48を旋回用モータ42によりタイミングベルト49を介して回転駆動することによって、回転されるようになっている。そして、ボールねじ44には、連結部材50を介してベアリング51が一体に取り付けられたナット52が螺合されている。そのベアリング51は、作動軸46の上端を回転自在に、かつ軸方向相対移動不能に支持するものとされている。

したがって、直進用モータ41を作動させると、ボールねじ44が回転し、ナット52が上下方向に移動して、作動軸46が直進運動する。また、旋回用モータ42を作動させると、ナット48が回転して、作動軸46が回転する。

このような2自由度駆動機構によれば、可動部の重量を軽減することができるので、応答性

にしたものも知られている。

しかしながら、いずれにしても、このような2自由度駆動機構では、固定フレームのほかに可動フレームを必要とし、しかも、その可動フレームは、旋回用モータあるいは直進用モータのいずれかを支持した状態で直進運動あるいは回転運動を行うようにしなければならないので、①可動部の重量が大きく、高速応答性が得られない、②全体の重量も大きく、マニピュレータの先端に取り付けられる手首機構とするには不利となる、③精度の高い加工が困難で、信頼性を十分に高めることは難しい、等の問題がある。

このようなことから、第3図に示されているような2自由度駆動機構も提案されている。

この2自由度駆動機構においては、直進用モータ41及び旋回用モータ42はともに固定フレーム43に支持されている。固定フレーム43には、ボールねじ44と、ボールスプライン45が形成された作動軸46とが並設されて

は改善される。しかしながら、未だ部品点数が多く、しかも、ボールねじ44と作動軸46とを並設しなければならないので、占有スペースが大きくなり、マニピュレータの先端に取り付けるには必ずしも適したものとは言えない。

このような問題を根本的に解決するためには、作動軸に直接直進運動と回転運動とを行わせるようにすればよい。そのようなものとして、第4図に示されているような差動機構を用いることが考えられている。

この2自由度駆動機構においては、作動軸61の外周面に、一対の互いに逆方向で同ピッチの螺旋状の溝62、63が形成されている。そして、これらの溝62、63に、ボールを介してカップリング64、65がそれぞれ噛み合わされている。これらのカップリング64、65は、2台のモータ(図示せず)により、タイミングベルト66、67を介してそれぞれ個別に回転駆動されるようになっている。

このような機構によれば、各カップリング

64, 65を同速度で同方向に同期回転させると、作動軸61はカップリング64, 65と同方向に回転する。また、カップリング64, 65を互いに逆方向に同速度で同期回転させると、作動軸61は上下方向に直進運動をする。

したがって、2台のモータの回転方向と回転速度とを制御するだけで、作動軸61に任意の直進運動と回転運動とを行わせることができる。近年、モータの制御技術は相当進んでいるので、このようなモータの差動制御も極めて容易かつ正確に行うことができる。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、このような差動機構を用いた2自由度駆動機構においても、未だ次のような問題点がある。

- ① 特殊なボールねじ機構を用いるものであるため、高価となる。
- ② 一對の溝62, 63が交差しているため、各カップリング64, 65のボールが対応する溝62, 63から外れることがある。

た直進用モータ及び旋回用モータによって、それぞれ第1及び第2伝動機構を介して回転駆動されるようになっている。

(作用)

このように構成することにより、第1ナットのみを回転させると、その第1ナットに螺合しているボールねじに軸方向の力が作用し、作動軸が直進運動する。このとき、作動軸はボールスプラインを介して第2ナットに係合しているので、その作動軸が回転することはない。

また、第1ナットと第2ナットとを同速度で同方向に同期回転させると、第2ナットの回転がボールスプラインを介して作動軸に伝えられ、作動軸が回転運動をする。このとき、作動軸はボールねじを介して第1ナットとも係合しているが、その第1ナットは作動軸と同速度で同方向に回転しているので、作動軸に直進運動が生ずることはない。

そして、第1及び第2ナットに相対回転速度差を与えながらこれらをともに回転させると、

③ 精密な直進運動を行わせるためには各溝62, 63のピッチを小さくすることが望まれるが、そのようにすると、回転に対する負荷支持力が低下してしまう。また、ピッチを大きくすると、直進に対する負荷支持力が低下する。したがって、使用範囲が軽荷重用に限られることになる。

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、重荷重にも対応することができるとともに、構造が簡単でコンパクトな2自由度駆動機構を得ることである。

(問題点を解決するための手段)

この目的を達成するために、本発明では、作動軸にボールねじとボールスプラインとを直列状に設け、それらボールねじ及びボールスプラインに第1及び第2ナットをそれぞれ噛み合わせるようにしている。その第1及び第2ナットは、フレームによって回転自在に、かつ軸方向には移動不能に支持されている。そして、それら第1及び第2ナットは、フレームに支持され

作動軸は直進運動を行うと同時に回転運動を行う。

このように、作動軸のみが直進運動と回転運動とを行うので、その可動部は軽量でコンパクトなものとなる。しかも、その作動軸には、普通に用いられているボールねじとボールスプラインとを形成し、それぞれにナットに係合させるだけであるので、極めて安価なものとすることができる。

そして、直進荷重はボールねじと噛み合う第1ナットによって支持され、回転荷重はボールスプラインと噛み合う第2ナットによって支持されるので、大きな荷重にも十分に対応し得るものとすることができる。

(実施例)

以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

図中、第1図は本発明による2自由度駆動機構の一実施例を示す縦断側面図である。

この図から明らかなように、フレーム1の先

端部には、上下方向に開口する筒状部2が設けられている。この筒状部2の上下端には、それぞれベアリング3, 3及び4, 4を介して、第1ナット5及び第2ナット6が回転自在に、かつ軸方向には移動不能に取り付けられている。

これら第1及び第2ナット5, 6には、作動軸7が嵌め込まれている。この作動軸7の外周面には、上半部にボールねじ8が形成され、下半部にボールスプライン9が形成されている。すなわち、作動軸7には、ボールねじ8とボールスプライン9とが直列状に設けられている。これらボールねじ8及びボールスプライン9は、ナット5, 6間の距離にほぼ等しい長さとされている。そして、そのボールねじ8に第1ナット5が螺合し、ボールスプライン9に第2ナット6が嵌合するようにされている。したがって、第2ナット6は、ボールスプライン9に対して軸方向には摺動自在であるが、相対回転はしないようになっている。また、作動軸7の下端部には、工具取付部10が設けられてい

る。

第1及び第2ナット5, 6の外周面には、それぞれ第1プーリ11及び第2プーリ12が一体に設けられている。一方、フレーム1には、直進用モータ13と旋回用モータ14とが取り付けられている。そして、直進用モータ13の出力軸15に設けられた駆動プーリ16と第1ナット5の第1プーリ11との間に、第1タイミングベルト17が巻き掛けられ、旋回用モータ14の出力軸18に設けられた駆動プーリ19と第2ナット6の第2プーリ12との間に、第2タイミングベルト20が巻き掛けられている。フレーム1の筒状部2には、これらベルト17, 20が挿通されるベルト挿通孔21, 22が形成されている。

こうして、直進用モータ13によって第1ナット5が回転駆動され、旋回用モータ14によって第2ナット6が回転駆動されるようになっている。すなわち、この実施例では、駆動プーリ16、第1タイミングベルト17、及び

第1プーリ11によって、直進用モータ13の回転駆動力を第1ナット5に伝達する第1伝動機構23が構成され、駆動プーリ19、第2タイミングベルト20、及び第2プーリ12によって、旋回用モータ14の回転駆動力を第2ナット6に伝達する第2伝動機構24が構成されている。

次に、このように構成された2自由度駆動機構の作用について説明する。

作動軸7に直進運動を行わせるときには、旋回用モータ14を停止させた状態で、直進用モータ13を作動させる。すると、直進用モータ13の回転駆動力が第1伝動機構23によって第1ナット5に伝えられ、そのナット5がモータ13と同方向に回転する。このとき、旋回用モータ14が停止していることにより、第2ナット6は固定されているので、そのナット6にボールスプライン9を介して嵌合している作動軸7の回転は規制されている。したがって、第1ナット5は作動軸7に対して相対回転

することになる。そして、そのナット5は軸方向には移動しないので、そのナット5に螺合しているボールねじ8に軸方向の力が加えられる。

その結果、作動軸7は軸方向に直進運動をする。ボールねじ8のピッチを p とすれば、作動軸7を速度 v で直進運動させるためには、第1ナット5を、

$$(60 / 2\pi) \cdot (v / p)$$

の角速度で回転させればよい。

第1ナット5を逆方向に回転させれば、作動軸7は逆方向の直進運動を行う。

また、作動軸7に回転運動をさせるときには、直進用モータ13及び旋回用モータ14をともに作動させて、第1及び第2ナット5, 6を同速度で同方向に回転させる。第2ナット6を角速度 ω で回転させると、そのナット6にボールスプライン9を介して嵌合している作動軸7も、同じ角速度 ω で同方向に回転する。このとき、ボールねじ8も回転するが、そのボー

ルねじ8に螺合されている第1ナット5も同速度で同方向に同期回転されているので、第1ナット5とボールねじ8との間に相対移動が生ずることはない。したがって、作動軸7は直進運動はせず、回転運動のみを行うことになる。

作動軸7を逆方向に回転させるときには、第1及び第2ナット5、6をともに逆方向に同速度で回転させればよい。

このようにして、一般に、第1ナット5を

$$\omega + (80 / 2\pi) \cdot (v / p)$$

の角速度で回転させ、第2ナット6を角速度 ω で回転させれば、作動軸7は、速度 v の直進運動を行うとともに、角速度 ω の回転運動を行うことになる。したがって、2台のモータ13、14の同期制御によって、任意の2自由度運動を実現することができる。

このように、この2自由度駆動機構によれば、作動軸7のみに直進運動及び回転運動を行わせることができ、可動部を軽量化することができるので、高速応答性に優れたものとするこ

けられるものとしているが、これらを逆に設けるようにすることもできる。また、作動軸7が上下方向に設置されるものに限られることもない。

更に、直進用モータ13及び旋回用モータ14の回転駆動力をナット5、6に伝達する伝動機構23、24として、タイミングベルト17、20を用いるものとしているが、これを歯車機構等によって構成することもできる。ただし、モータ13、14がフレーム1の基部側に設置され、しかも全体が軽量のものとなるようにするためには、ベルト伝動機構を用いることが望ましい。

(発明の効果)

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、作動軸にボールねじとボールスプラインとを形成し、これらボールねじ及びボールスプラインに第1及び第2ナットをそれぞれ噛み合わせて、その第1及び第2ナットの回転を同期制御するようにしているので、作動軸に直接直

とができる。また、フレーム1の先端部には、1本の作動軸7とそれに嵌合されるナット5、6とのみを設ければよいので、コンパクトなものとすることができ、ロボットの手首機構として最適のものとなる。

しかも、作動軸7には、ごく普通に用いられているボールねじ8とボールスプライン9とを形成すればよく、それに噛み合う第1及び第2ナット5、6も通常のものでよいので、極めて安価なものとなる。そして、直進荷重は、ボールねじ8と第1ナット5との螺合によって支持されるが、そのボールねじ8のピッチ p を小さくすることによって、その支持力は十分に大きくすることができる。また、回転荷重は、ボールスプライン9と第2ナット6との嵌合によって支持されるが、ボールスプライン9の負荷支持特性が非常に良好であるので、重荷重にも十分に対応し得るものとすることができる。

なお、上記実施例においては、ボールねじ8とボールスプライン9とが作動軸7の上下に設

置運動と回転運動とを行わせることができ、可動部の軽量化が可能となるとともに、部品点数が少なく、コンパクトなものとすることができる。

そして、直進運動をボールねじによって行わせるとともに、回転運動をボールスプラインによって行わせるようにしているので、重量物の取り扱いにも対応し得るものとすることができる。しかも、それらボールねじ及びボールスプラインはごく普通のものであるので、安価に製造することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明による2自由度駆動機構の一実施例を示す縦断側面図、

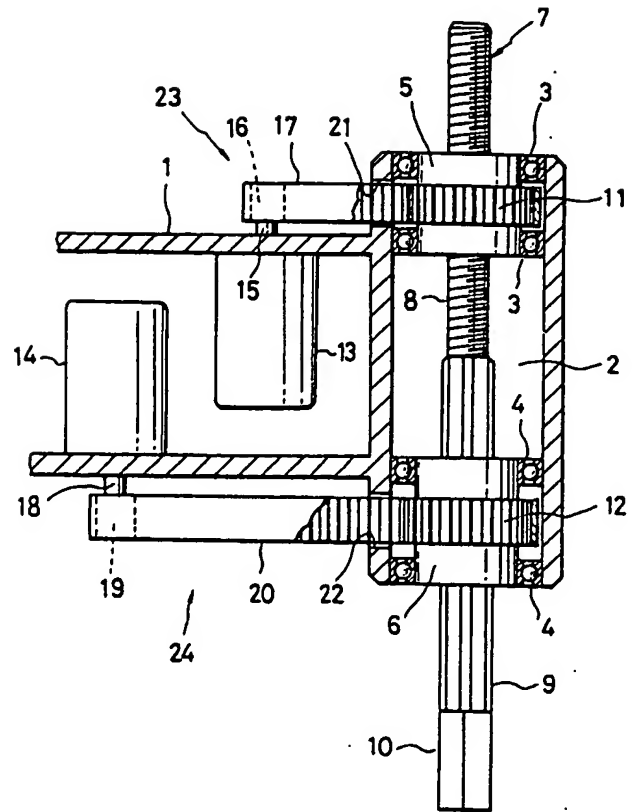
第2図は、従来の2自由度駆動機構の典型的な例を示す縦断側面図、

第3図は、従来の2自由度駆動機構の他の例を示す縦断側面図、

第4図は、従来の2自由度駆動機構の更に異なる例を示す要部の側面図である。

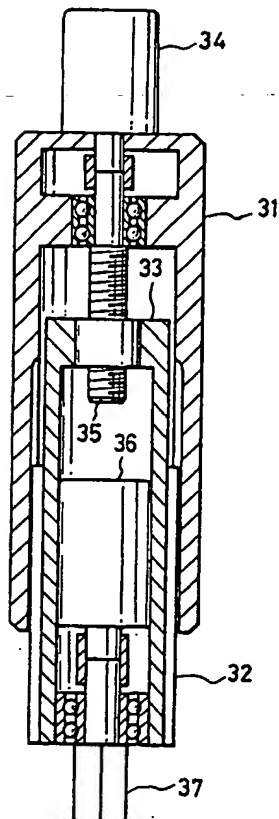
第 1 図

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1 ... フレーム | 5 ... 第 1 ナット |
| 6 ... 第 2 ナット | 7 ... 作動軸 |
| 8 ... ボールねじ | |
| 9 ... ボールスプライン | |
| 13 ... 直進用モータ | 14 ... 旋回用モータ |
| 23 ... 第 1 伝動機構 | 24 ... 第 2 伝動機構 |

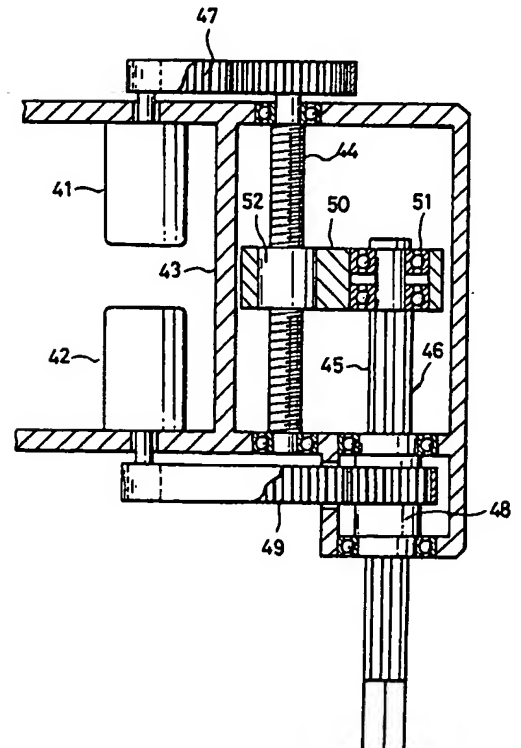


出願人 新技術開発事業団
代理人 弁理士 森下 靖 信

第 2 図



第 3 図



第 4 図

